

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Layout orthogonal array yang optimal berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh adalah $L_8(2^4)$. Faktor-faktor yang berpengaruh tersebut adalah
 - a. Penggunaan arus listrik (*ampere*)
 - b. Penggunaan level tegangan antara level 1 (tegangan untuk pengerosian penggunaan elektroda tembaga) dan level 2 (tegangan untuk pengerosian penggunaan elektroda *graphite*)
2. Setingan parameter yang optimal pada proses permesinan menggunakan mesin EDM SKM ZNC T50 dalam menghasilkan master pola cetakan produk SSS berbahan *stainless steel* adalah menggunakan setting parameter pada angka 1 ampere dan level tegangan pada angka 2.
3. Hasil verifikasi berdasarkan setingan parameter optimal yang didapatkan, maka dapat diketahui bahwa proses verifikasi master produk terhadap desain Candi Borobudur, Candi Prambanan, dan Masjid Agung Magelang sudah tepat.
4. Hasil eksperimen master pola cetakan produk SSS berbahan *stainless steel* adalah sebagai berikut:

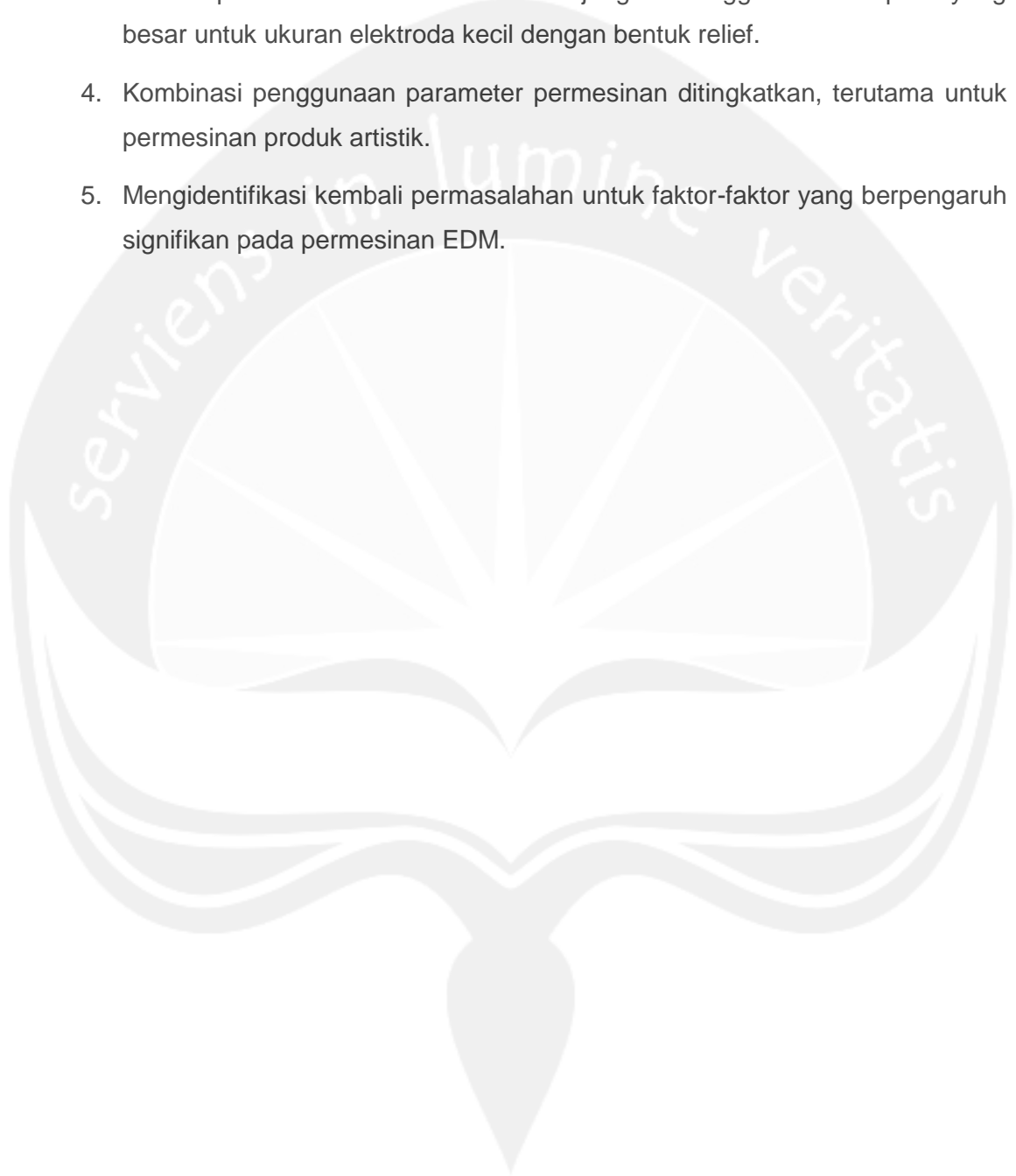


Gambar 6.1. Hasil Verifikasi Master Produk

6.2. Saran

1. Ukuran *cutter EndMill* dan *BallNose* dengan diameter kecil harus tersedia, supaya dalam mengerjakan pembuatan elektroda dengan mesin CNC bisa menjangkau kontur relief paling kecil $< 1\text{mm}$.

2. Penggunaan jenis material *graphite* diusahakan dengan tingkat kepadatan kualitas terbaik.
3. Proses permesinan EDM diusahakan jangan menggunakan ampere yang besar untuk ukuran elektroda kecil dengan bentuk relief.
4. Kombinasi penggunaan parameter permesinan ditingkatkan, terutama untuk permesinan produk artistik.
5. Mengidentifikasi kembali permasalahan untuk faktor-faktor yang berpengaruh signifikan pada permesinan EDM.



DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, J. B. (2015). Kolaborasi Teknologi *Addictive Manufacturing* dan *Spin casting* untuk Mempersingkat Waktu Proses Manufaktur Produk Suvenir Artistik. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Cross, N. (1994). *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*. John Wiley & Sons: Inggris. ISBN: 0471942286.
- Durairaj, M., Sudharsun, D., & Swamynathan, N. (2013). Analysis of Process Parameters in Wire EDM with Stainless Steel Using Single Objective Taguchi Method and Multi Objective Grey Relational Grade. *Procedia Engineering*, 64, 868–877.
- Gapsari, F., Sugiarto, & Bagus, N. (2011). Pengaruh Besar Arus Listrik Pada Proses Wire Edm Terhadap Profile, 2(3), 199–204.
- Gumelar, F.B. (2014). Rekayasa *Engineering* pada Mesin EDM Type SKM untuk Memperoleh Master Produk Kontur Berciri Khas Daerah. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Gurguí, D., Vázquez, E., & Ferrer, I. (2013). Influence of the Process Parameters to Manufacture Micro-cavities by Electro Discharge Machining (EDM). *Procedia Engineering*, 63, 499–505.
- Habib, S. S. (2009). Study of the parameters in electrical discharge machining through response surface methodology approach. *Applied Mathematical Modelling*, 33(12), 4397–4407.
- Junaidi, A. (2011). Pengaruh temperatur sinter terhadap kekerasan elektroda tembaga-5%karbon yang dibuat dengan metode serbuk metalurgi, 3.
- Kiyak, M., & Çakır, O. (2007). Examination of machining parameters on surface roughness in EDM of tool steel. *Journal of Materials Processing Technology*, 191(1-3), 141–144.

- Klocke, F., Schwade, M., Klink, a., & Veselovac, D. (2013). Analysis of Material Removal Rate and Electrode Wear in Sinking EDM Roughing Strategies using Different Graphite Grades. *Procedia CIRP*, 6, 163–167.
- Kumar, S., Singh, R., Singh, T. P., & Sethi, B. L. (2009). Journal of Materials Processing Technology Surface modification by electrical discharge machining : A review, 209, 3675–3687.
- Lajis, M. A. (2009). The Implementation of Taguchi Method on EDM Process of Tungsten Carbide, 26(4), 609–617.
- Lin, H.-M., Kuralay, S., & Uan, J.-Y. (2011). Microstructural and Corrosion Characteristics of Iron-Silicon Alloyed Layer on 5083 Al Alloy by Electrical Discharge Alloying Processing. *Materials Transactions*, 52(3), 514–520.
- Puertas, I., & Luis, C. J. (2003). A study on the machining parameters optimisation of electrical discharge machining. *Journal of Materials Processing Technology*, 143-144, 521–526.
- Puertas, I., Luis, C. J., & Álvarez, L. (2004). Analysis of the influence of EDM parameters on surface quality , MRR and EW of WC – Co, 154, 1026–1032.
- Rajesh, R., & Anand, M. D. (2012). The Optimization of the Electro-Discharge Machining Process using Response Surface Methodology and Genetic Algorithms. *Procedia Engineering*, 38, 3941–3950.
- Rao, P. S. (2010). PARAMETRIC STUDY OF ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING OF AISI 304 STAINLESS STEEL, 2(8), 3535–3550.
- Sidi, P., Indarti, R., Teknik, J., Kapal, P., Kapal, K., & Surabaya-its, P. P. N. (2010). MODEL PARAMETER MESIN EDM UNTUK MENGETAHUI KEKASARAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE *RESPONSE SURFACE*, 70–76.

Stefani, Y. (2014). Pengembangan Produk Tempat Kartu Nama Berciri Khas Yogyakarta (Studi Kasus di CV. Tins Art). (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Utomo, R.P. (2012). Desain Eksperimen pada Mesin *Electrical Discharge Machining* SKM ZNC T50. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Yasa, N. P. (2015). Analisis Hasil Proses Permesinan Produk Artistik Berbahan Alumunium. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Lampiran 1: *Standard Operating Procedure*

PENGOPERASIAN MESIN EDM SKM ZNC T50

1. FUNGSI TOMBOL

- 1) Switch ON/OFF Mesin



Power ON/OFF mesin EDM SKM

- 2) Tombol Emergency



Tombol yang digunakan untuk menghilangkan alarm emergency

- 3) Potensiometer



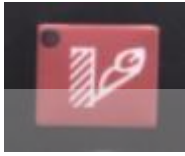
Potensiometer digunakan untuk pergerakan sumbu X dan Y.

- 4) Tombol Axiz Z



Tombol untuk pergerakan sumbu Z (naik turun)

5) Tombol Switch



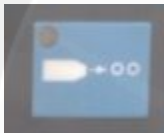
Tombol yang digunakan untuk buzzer, biasa digunakan untuk mendial benda kerja atau elektroda.

6) Tombol Level Dielektrikum



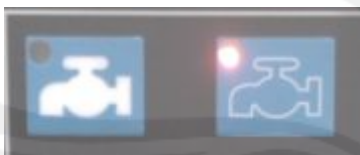
Tombol ketinggian dielektrikum

7) Tombol Flushing



Tombol flushing sinkronisasi dengan servo z (sinkronisasi antara oil dengan axiz Z)

8) Tombol ON/OFF Dielektrikum



Tombol ON/OFF flushing dielektrikum

9) Tombol Mode Sleep



Tombol otomatis off ketika proses EDM selesai

10) Tombol ON/OFF sparking



Tombol untuk proses EDM sparking

11) Buzzer



Yang berfungsi sebagai alarm atau bunyi peringatan.

12) Knop Sensitifitas Arching



Tombol sensitiv terhadap kotoran.

13) Switch Tegangan



Switch pilihan tegangan jenis elektroda

14) Lampu Indikator



ARC : lampu indikator alarm arching

FIR : lampu indicator alarm cahaya / api

EGD : lampu indikator short

END : Indikator Z target

15) Lampu Penerangan



Sebagai lampu penerangan untuk proses EDM, terdapat juga lampu sensor cahaya/ atau api yang berfungsi jika lampu dalam keadaan OFF

2. CARA MENGHIDUPKAN MESIN

1) Saklar utama posisi ON



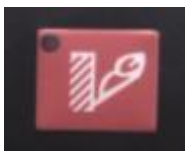
- Putar posisi main power ke posisi ON
- Tunggu sesaat untuk loading mesin

2) Tarik tombol emergency



- Tarik tombol emergency untuk menghilangkan alarm

3) Setting benda kerja



- Tekan tombol switch untuk mute buzzer

- Pasang benda kerja di atas meja kerja

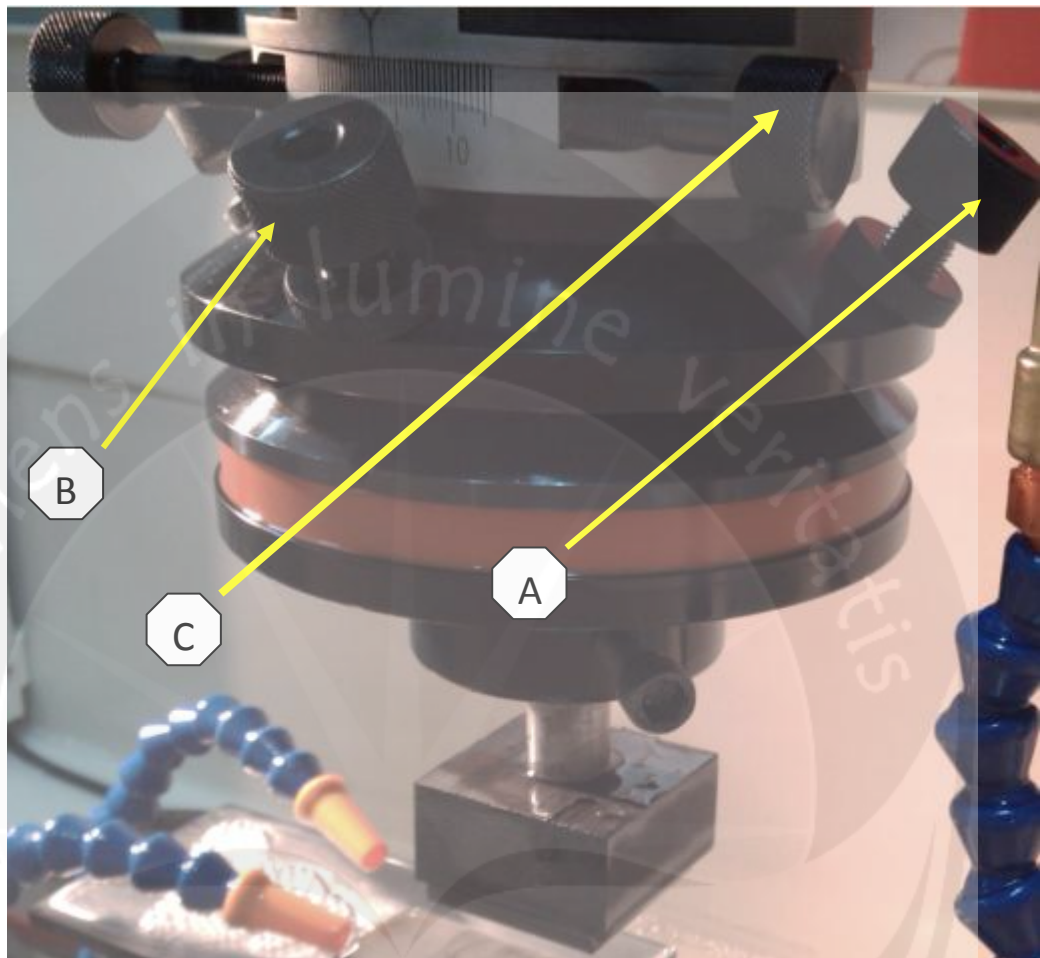


- Dial kerataan benda kerja



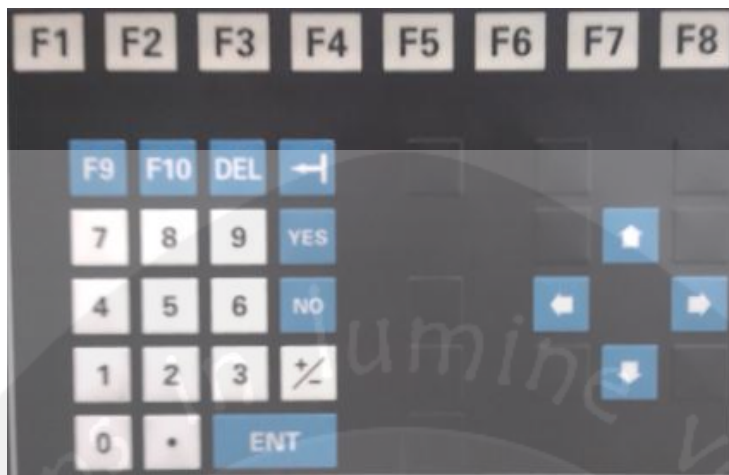
- Dial kelurusan benda kerja

4) Setting elektroda



- Cekam elektroda pada head chuck EDM
- Setting level kerataan arah sumbu x (A)
- Setting level kerataan elektroda arah sumbu Y (B)
- Setting kelurusan elektroda terhadap sumbu X dan sumbu Y (C)

5) Setting koordinat



- Manual movement
 - Tarik tombol emergency
 - Pilih menu MANUAL MOVEMENT (F1)
 - Gerakan sumbu Z (naik-turun)
- Catatan : untuk menggerakkan sumbu Z harus masuk ke menu MANUAL MOVEMENT
- Setting Koordinat X,Y (0,0)
 - Arahkan kursor ke Koordinat X,Y
 - Gerakan dan sentuhkan elektroda ke sisi benda kerja (ulangi 2-3 kali, pastikan selisihnya tidak berbeda jauh)
 - Tekan CLEAR (F5)
 - Tekan YES
 - Tekan ENTER
- Setting Koordinat X,Y (100,-100)
 - Arahkan kursor ke Koordinat X,Y
 - Gerakan dan sentuhkan elektroda ke sisi benda kerja (ulangi 2-3 kali, pastikan selisihnya tidak berbeda jauh)
 - Tekan PRESET (F6)
 - KETIK 100 untuk koordinat X
 - Ketik -100 untuk koordinat Y
 - Tekan ENTER

Catatan : untuk koordinat Y jangan lupa masukan $\frac{1}{2}$ ø elektroda

- Setting Koordinat X,Y ($\frac{1}{2}$ Center)
 - Pilih menu EDGE FINDING (F4)
 - Arahkan kursor ke X,Y
 - Gerakan dan sentuhkan elektroda ke sisi benda kerja (ulangi 2-3 kali, pastikan selisihnya tidak berbeda jauh)
 - Tekan CLEAR (F5)
 - Tekan YES
 - Tekan ENTER
 - Naikkan sumbu Z dan geser kesisi yang lain
 - Gerakan dan sentuhkan elektroda ke sisi benda kerja (ulangi 2-3 kali, pastikan selisihnya tidak berbeda jauh)
 - Tekan $\frac{1}{2}$ CENTER (F3)
 - Tekan YES
 - Tekan ENTER
 - Naikkan sumbu Z dan posisikan ke posisi 0,0
- Setting Koordinat Z
 - Pilih menu EDGE FINDING (F4)
 - Arahkan kursor ke koordinat Z
 - Tekan NEGATIVE DIRECTION (F2)
 - Tekan CLEAR (F5)
 - Tekan YES
 - Tekan ENTER
 - Naikkan sumbu Z (+Z)
- 6) Check program
 - Pilih menu MANUAL SPARKING (F5)
 - Pilih EDM PARAMETER(F7)
- 7) Arahkan semprotan dielektrikum
- 8) Start
 - Proses EDM secara manual
 - Pilih menu MANUAL SPARKING (F5)
 - Pilih SPARKING DEPTH (F1)

- Ketik Z target (misalkan -5)
- Tekan ENTER
- Pilih EDM PARAMETER (F7)
- Setting parameter EDM
 - UP (F1) : untuk menambah nilai
 - Down (F2) : untuk mengurangi nilai
- Tekan EXIT (F8)
- Pompa ON
- Power ON/START
- Proses EDM menggunakan program
 - Pilih menu PROGRAM EDIT (F3)
 - Buar program baru : tekan NEW FILE (F2)
 - Check program : tekan EDIT (F4)
 - Pompa ON
 - Tekan RUN (F5)

Lampiran 2: Alat Bantu dan Alat ukur

1. Caliper



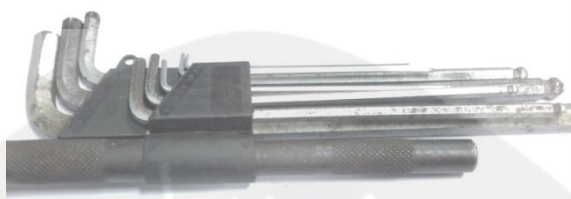
2. Mata Bor Diameter 5



3. Lem



4. L-Key



5. Amplas



6. Stand Dial



7. C-clamp



8. *Inside Dial*



9. Bush dan Bolt M6

